

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Luka Debevec

**Aplikacija kot pripomoček za
raziskavo uporabe novih medijev pri
poučevanju prostorskega oblikovanja
v osnovnih šolah**

DIPLOMSKO DELO
UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: prof. dr. Franc Solina

Ljubljana 2014

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina avtorja. Za objavljanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil \LaTeX .

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Razvijte posebno aplikacijo za raziskavo uporabnosti novih medijev v osnovnih šolah pri poučevanju prostorskega oblikovanja. Aplikacija naj omogoči izbiranje in sestavljanje posameznih virtualnih objektov ter njihovo skaliranje, premikanje in obračanje s pomočjo fizičnih markerjev, ki naj jih sistem zaznava s pomočjo kamere.

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Spodaj podpisani Luka Debevec, z vpisno številko **63080075**, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Aplikacija kot pripomoček za raziskavo uporabe novih medijev pri poučevanju prostorskega oblikovanja v osnovnih šolah

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom prof. dr. Franca Soline,
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela,
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela na svetovnem spletu preko univerzitetnega spletnega arhiva.

V Ljubljani, dne 8. septembra 2014

Podpis avtorja:

Kazalo

Povzetek

Abstract

1	Uvod	1
2	Obogatena resničnost	5
2.1	Opredelitev	5
2.2	Kratka zgodovina in razvoj	6
2.3	Uporaba v učnem procesu	6
3	Uporabljene tehnologije in orodja	9
3.1	Processing	9
3.2	ARToolKit knjižnica za Processing	10
3.3	Blender	12
4	Izdelava aplikacije	15
4.1	Zaznavanje in izdelava markerjev z uporabo ARToolKit knjižnice .	15
4.2	Izris 3D modelov	18
4.3	Grajenje z modeli	19
4.4	Manipulacija z lastnostmi modelov	21
5	Sklepne ugotovitve	23

Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
AR	augmented reality	obogatena resničnost
2D	2 dimensions	2 dimenziji
3D	3 dimensions	3 dimenzije
6D	6 dimensions	6 dimenzij
API	application programming interface	aplikacijsko programljivi vmesnik
RGB	red green blue	rdeča zelena modra

Povzetek

V diplomskem delu je predstavljen razvoj specialne aplikacije za raziskavo uporabe novih medijev v učnem procesu. Aplikacija z uporabo kamere, računalnika in posebnih kartic z vzorcem omogoča grajenje iz arhitekturnih elementov v virtualnem prostoru. Aplikacija se bo uporabila pri likovnem pouku v osnovnih šolah.

Prvi del se osredotoča na uporabo novih medijev v učnem procesu. V nadaljevanju je predstavljen pojem obogatene resničnosti, kratka zgodovina in uporaba le-te v učnem procesu. Osrednji del podrobneje opisuje razvoj aplikacije. Opisane so uporabljene tehnologije, orodja in programski jezik. Sledi natančen opis štirih sklopov aplikacije. Vsak izmed sklopov predstavlja določeno funkcionalnost aplikacije.

Zaključek predstavi spoznanje, da bi vpeljava novih medijev obogatila učni proces. Opisane so tudi možne izboljšave same aplikacije, ki bi še dodatno motivirale učence.

Ključne besede: novi mediji, virtualna resničnost, obogatena resničnost, učni proces.

Abstract

The BSc thesis presents the development of a special application developed for research on the use of new media in the learning process. The application uses a camera, a computer and a set of special cards with a pattern to enable building with architectural elements in virtual space. It will be used in primary schools in the Art education class.

The first part focuses on the use of new media as part of the learning process. The thesis carries on to introducing the term augmented reality, giving also a short history of the concept and of its use in the learning process.

The main part of the thesis describes the development of the application in detail, dealing with the used technologies, tools and programming language. This part is followed by a thorough description of the four application areas and their functionality.

The final part offers the conclusion that the implementation of new media would enrich the learning process. Additionally are listed possible improvements of the application for further motivation of the learners.

Keywords: new media, virtual reality, augmented reality, learning process.

Poglavje 1

Uvod

V okviru diplomske naloge smo izdelali aplikacijo, ki se bo uporabila kot testni učni pripomoček za doktorsko delo mag. Tilna Žbone. Predmet doktorskega dela Žbone je uporaba novih medijev pri poučevanju prostorskega oblikovanja v osnovni šoli. Žbona v svoji dispoziciji doktorske disertacije ugotavlja, da bi vpeljava novih medijev pri pouku likovne vzgoje veliko doprinesla k sami prostorski zaznavi učencev. Prav tako bi pri učencih spodbujala večjo kreativnost. Te ugotovitve želi podkrepiti z uporabo aplikacije izdelane v okviru te diplomske naloge. Uporabo novih medijev v učne namene zagovarja in spodbuja Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo. V tem se ne razlikuje od večine evropskih in drugih držav, ki zagovarjajo nujnost uporabe orodij novih medijev [1, 2].

Okolje, tudi delovno, v katerem dandanes živimo je prežeto s tehnologijo. Zato je pomembno, da se novi mediji vključujejo tudi v učni proces, ki naj bi otroke pripravil na življenje v "resničnem svetu". Zagovorniki uporabe novih medijev pri pouku poudarjajo, da morajo učenci pridobiti sposobnost uporabljanja novih medijev, ki so nepogrešljiv del našega življenja [3]. Uporaba novih medijev v izobraževalne namene odpira veliko novih in dodatnih možnosti. Učni proces se lahko bolje prilagaja posameznemu učencu, kar pri učencu vzbuja več angažiranosti in volje do učenja. Glede na učenčevo sposobnost se snov podaja hitreje ali počasneje, ob nerazumevanju snovi lahko novi mediji ponujajo takojšnjo pomoč, ki je prilagojena učenčevemu napredku, prav tako ponujajo refleksijo že naučene snovi ter prikažejo učni uspeh. Večje prilagajanje učne snovi učencem bi učiteljem omogočilo, da se posameznim učencem posvečajo več časa, saj jim ne bi bilo treba več podajati

snovi v klasičnem smislu "pred tablo". Še ena prednost individualnega učenja z računalnikom je, da bi lahko novi mediji učencem, ki napredujejo počasneje, pomagali z napotki in ponavljanjem, ne da bi morali učenci posebej prositi za pomoč. Mnogi učenci, ki napredujejo počasneje, ne želijo prositi za pomoč učitelje, da ne bi bili deležni zbadanja s strani sošolcev. Med najpomembnejše lastnosti novih medijev se šteje možnost takojšnjih povratnih informacij, ki učenca dodatno motivirajo. Le-teh zaradi velikega števila učencev pri pouku, v današnjem učnem modelu (od 20 do 30 učencev na učitelja), učiteljem ni možno podati vsakemu učencu takoj [3].

Zanimiv podatek je, da so učenci, ki se učijo s pomočjo novih medijev na daljavo, bolj uspešni od svojih vrstnikov, ki obiskujejo klasične šole. Eden izmed razlogov je, da se lahko posneta predavanja, ki se jih uporablja pri učenju na daljavo, ogleda ponovno. Tako snov postane učencem bolj razumljiva [4].

Uveljavljanje novih medijev v učilnicah bi ob mnogih dobrih lastnostih imelo tudi nekaj slabih posledic. Prva prepreka vpeljave novih medijev v šole je zamenjava celotne infrastrukture v šolah ter v domovih učencev, ki bi pomenila velik strošek. Vzdrževanje najnovejše tehnologije, zaposlovanje tehničnega osebja in zagotavljanje varnosti bi bil še dodatni izdatek za šole, ki se borijo proti krajšanju ekonomskih sredstev. Treba se je tudi zavedati, da novi mediji sami nikoli ne bodo sposobni nadomestiti učiteljev. Računalniki učencev ne morejo naučiti socialnih veščin, kot so morala, etičnost in osnove človeške interakcije. Prav tako novi mediji v učilnici ne morejo vzpostaviti avtoritete, s katero učitelji vzpostavijo mir in red [3].

Namen uvoda je izpostaviti pomembnost uporabe novih medijev v šolah. Aplikacija, ki je bila razvita v okviru diplomskega dela, bo uporabljena kot testni pripomoček za preizkus uporabe novih tehnologij, ki bi učni proces olajšala učiteljem in učencem. Z aplikacijo želimo spodbuditi večjo kreativnost in angažiranost učencev, ki lahko delo z njo vidijo kot igro.

Tako aplikacija, kot orodje novih medijev, uporablja računalnik in kamero. Namen same aplikacije je izboljšanje učenčevega razumevanja vizualizacij, spodbuditi ustvarjalnost in analizo upravljanja z likovnimi elementi v navidezni resničnosti [1]. Učenci bodo preko vmesnika spremljali posnetek kamere, na katerem se z uporabo markerjev (kartic z vzorcem) izrisujejo arhitekturni elementi. Z markerji je možno

tudi manipulirati z materiali arhitekturnih elementov in proporcijami elementov.

Poglavje 2

Obogatena resničnost

2.1 Opredelitev

Avtor knjige *Understanding Augmented Reality Concepts and Applications* Alan B. Craig, opredeljuje obogateno resničnost kot medij, ki predstavlja vmesni element med človekom in računalnikom, ter z uporabo le-tega fizičnemu svetu dodaja informacije. Ključne aspekte obogatene resničnosti pa predstavljajo:

- fizični svet je obogaten z digitalnimi informacijami, ki so prikazane na pogledu fizičnega sveta,
- informacije so prikazane glede na lokacijo realnega sveta in fizično perspektivo človeka v fizičnem svetu,
- izkušnja obogatene resničnosti je interaktivna, kar pomeni, da lahko človek čuti informacije in jih lahko tudi spreminja, če želi.

Za realizacijo AR se uporabljajo različne tehnologije in mediji [5]. Diplomaska naloga se osredotoča na tehnološki del tega pojma, konkretnije, izdelavo aplikacije, ki z uporabo kamere in markerjev omogoča grajenje iz arhitekturnih elementov v virtualnem svetu.

V naslednjem si bomo ogledali nekaj primerov uporabe AR in raziskali kako lahko ta tehnologija izboljša učni proces.

2.2 Kratka zgodovina in razvoj

Prve naprave, ki so delovale na osnovi obogatene resničnosti, so se pojavile na začetku 60-tih let prejšnjega stoletja. Izraz AR je zasnoval profesor fizike Tom Caudell, ki je z njim opisal digitalni zaslon, ki so ga uporabljali letalski električarji pri podjetju Boeing leta 1990. Ta zaslon je združil virtualno grafiko in jo prikazal na sliki iz realnega sveta.

Leta 1992 je ameriški izumitelj Louis B. Rosenberg ustvaril prvi funkcionalni AR sistem VIRTUAL FIXTURES, ki je zaposlene US Air Force usmerjal pri njihovih nalogah. Do konca 20. stoletja se je AR uporabljala predvsem v znanstvene in izobraževalne namene, v prvih vrstah za učenje posebnih spretnosti, kjer je delo v realnih pogojih tvegano, npr. pri zdravstvenih posegih (kirurgija).

Z napredkom tehnologije, predvsem s predstavitvijo pametnih telefonov in tabličnih računalnikov, se je začela AR uporabljati tudi v komercialne namene. Aplikacij se poslužujejo v oglaševanju. En primer aplikacije za pametni telefon je npr., da kupci pohištva preko kamere telefona vidijo, kako bi pohištvo izgledalo v njihovem domu (Slika 2.1). AR se uporablja tudi v zabavni industriji in izobraževalnih ustanovah ter muzejih [6].



Slika 2.1: Slika IKEA-ine aplikacije za prikaz pohištva (vir: DesignTaxi).

2.3 Uporaba v učnem procesu

Pripomočki, ki delujejo na osnovi obogatene resničnosti, lahko učitelji na več načinov vključujejo v učni proces. V svojem članku "Augmented Reality Brings

New Dimensions to Learning” učitelj Todd Nesloney poudarja, da se učenje poglobi, če lahko učenci sami ustvarjajo in sodelujejo v učnem procesu. Tako ugotavlja, da aplikacije, ki učencem prav to omogočajo, pozitivno vplivajo na učni proces in olajšajo delo učiteljem [7].

Aplikacije na osnovi obogatene resničnosti imajo več pozitivnih vplivov na učni proces, ki smo jih že obravnavali, najpomembnejši pa je, da učence dodatno motivirajo, saj se lahko popolnoma prilagaja učenčevim potrebam [8].

V naslednjem naštevamo nekaj že obstoječih možnosti za uporabo AR v učnem procesu.

- Učbeniki na osnovi obogatene resničnosti imajo enako obliko kot navadne knjige, ko pa učenec knjigo uporablja v povezavi z računalnikom in spletno kamero se na zaslonu prikažejo 3D objekti, animacije, zvoki, dodatne razlage in drugi interaktivni elementi. Dodatki knjige imajo namen učence dodatno motivirati, da bi le-ti želeli predstavljeno snov še bolje spoznati. Že obstoječa učbenika sta npr. GeoAR, ki učencem približuje geometrijske objekte in SpaceAR, ki obravnava sončni sistem [8].
- Učenje 3D geometrijskih likov in njihovih lastnosti omogoča aplikacija basAR. Učenci lahko izbirajo med geometrijskimi liki (krogla, kocka in stožec) ter si jih lahko ogledajo tako v 2D kot 3D in z njimi manipulirajo [8].
- Posnetki učiteljev, ki so dodani domačim nalogam, v katerih učitelji pomagajo učencem pri reševanju nalog [7].

Poglavje 3

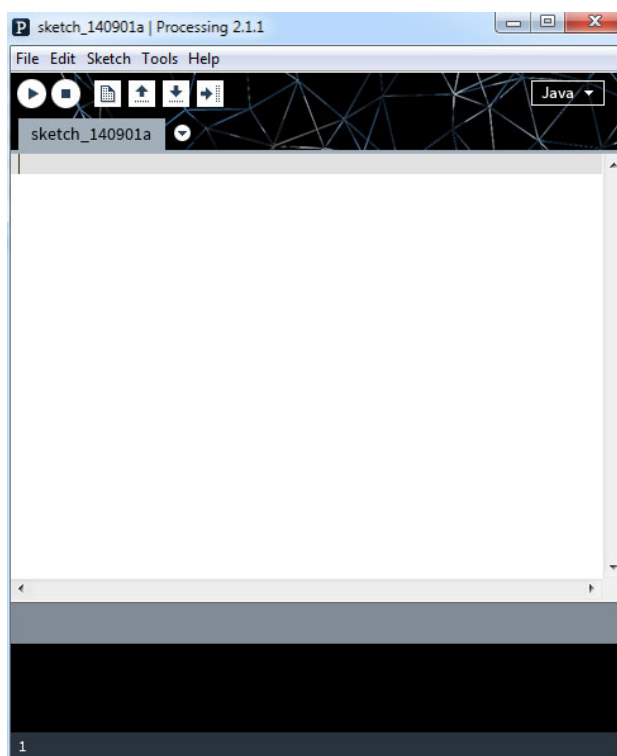
Uporabljene tehnologije in orodja

3.1 Processing

Processing združuje programski jezik, razvojno okolje in učni pripomoček v povezano celoto. Glavna prednost Processinga je njegova preprosta uporaba, saj lahko že s kratko razlago začetniki spoznavaajo osnove računalniške grafike. Prav tako pa je primeren tudi za zahtevnejše uporabnike, ki lahko z vključevanjem zunanjih knjižnic dosežejo želene rezultate. Sam programski jezik Processinga temelji na programskem jeziku Java. Poleg vseh lastnosti programskega jezika Java pa je še veliko dodatnih funkcij, ki se nanašajo predvsem na procesiranje slik in računalniško grafiko [9].

Uporabniški vmesnik Processinga (Slika 3.1) je zgrajen iz preprostega urejevalnika kode za programski jezik, ki ga uporablja Processing. Processing uporablja že omenjeni obogateni programski jezik Java. Meni daje na voljo opcije za zagon in ustavitev programa, osnovne operacije z datotekami (shranjevanje, odpiranje) ter možnosti za dodajanje zunanjih knjižnic in izvoz napisane aplikacije, da je leta samostojna. Pod menijem se nahaja tekstovni urejevalnik, kamor se zapiše programsko kodo.

Za izdelavo obravnavane aplikacije, ki je predmet diplomske naloge, smo uporabili Processing zaradi velikega števila že pripravljenih funkcij, ki omogočajo izris



Slika 3.1: Slika uporabniškega vmesnika programa Processing.

in manipulacijo z elementi v 3D in 2D prostoru. Tako lahko izris 3D kocke v Processingu dosežemo že z eno vrstico, in sicer:

```
cube(10);
```

Če bi se lotili izgradnje aplikacije npr. v programskem jeziku C in uporabili OpenGL bi za isto dejanje morali spisati obsežnejšo kodo. Prav tako pa Processing omogoča nalaganje obstoječih 3D modelov, ki jih naredimo z uporabo 3D programov kot je npr. Blender, in izris le-teh.

3.2 ARToolKit knjižnica za Processing

ARToolKit je programska knjižnica za grajenje aplikacij obogatene resničnosti. Prvotno jo je razvijal dr. Hirokazu Kato, nato pa je razvoj prevzel Human Interface Technology Laboratory na ameriški univerzi v Washingtonu (University of

Washington), Human Interface Technology Laboratory na novozelandski univerzi v Canterburyju (University of Canterbury) in ARToolworks, Inc, Seattle [10].

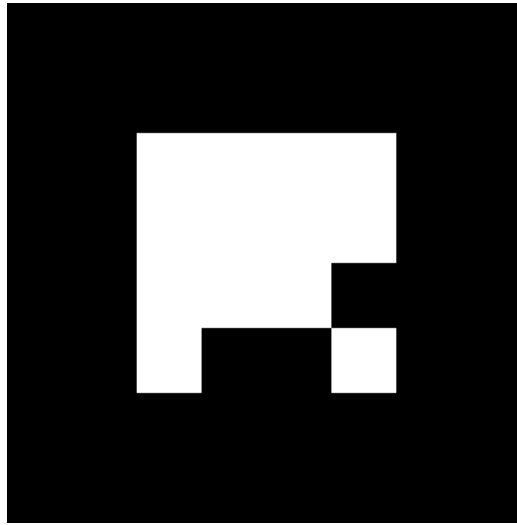
3.2.1 Glavne značilnosti knjižnice

- Preprosto ogrodje za gradnjo aplikacij obogatene resničnosti v realnem času.
- Večplatformna knjižnica.
- Prikaz navideznih 3D modelov na resničnih markerjih.
- Hitro in poceni 6D sledenje markerjev.
- Preprosta kalibracija.
- Preprosta grafična knjižnica.
- Hitro renderiranje z uporabo OpenGL.
- Preprost in modularni API (v C-ju).
- Podpora različnih jezikov (JAVA, Matlab).
- Popoln set primerov in uporabnih programov.
- Dobra rešitev za oprijemljivo interakcijsko metaforo.
- Odprtokodno z GPL licenco za nekomercialno uporabo.

3.2.2 Markerji

Markerji so kartice v realnem svetu s specifičnim vzorcem, ki je zrisan v kvadratu s črnim robom. Debelina tega robu je vnaprej določena. Vzorec znotraj črnega roba je lahko poljuben, vendar moramo upoštevati, da vzorec ne sme biti simetričen, saj lahko le tako knjižnica določi orientacijo markerja. Na Sliki 3.2 vidimo primer markerja s črno-belim vzorcem.

Upoštevati je treba tudi, da je zaznava barvnih vzorcev težja, saj je potrebno zaznavanje prilagoditi trenutnim razmeram v prostoru. Predvsem je pomembna količina svetlobe, prav tako pa na zaznavo vpliva kvaliteta kamere. Zaradi naštetih problemov je priporočljivo uporabiti črno-bele vzorce, ki so sestavljeni iz manjših



Slika 3.2: Primer markerja s črno-belimi vzorci.

kvadratov. Mi smo pri razvoju aplikacije uporabili črno-bele vzorce, saj smo morali upoštevati, da se bo aplikacija uporabljala v šolah in bo težko zagotoviti dobre svetlobne pogoje. Poleg tega je bilo treba upoštevati, da kamere, ki bodo uporabljene z aplikacijo, ne bodo najboljše kvalitete [10].

3.2.3 Delovanje knjižnice

Knjižnica deluje tako, da se sliko iz kamere zavzame v programu. Slika se nato pretvori v binarno sliko in črni okvir okoli markerja se identificira. Nato se izračuna pozicija in usmerjenost markerja relativno na kamero, izračunana pozicija in usmerjenost se shrani v transformacijsko matriko. Simbol znotraj okvirja markerja se nato primerja z naloženimi vzorci in tako dobimo identifikacijsko številko markerja. Z uporabo dobljene transformacijske matrike se 3D objekt poravna z markerjem. Potek delovanja knjižnice je viden na Sliki 3.3 [10].

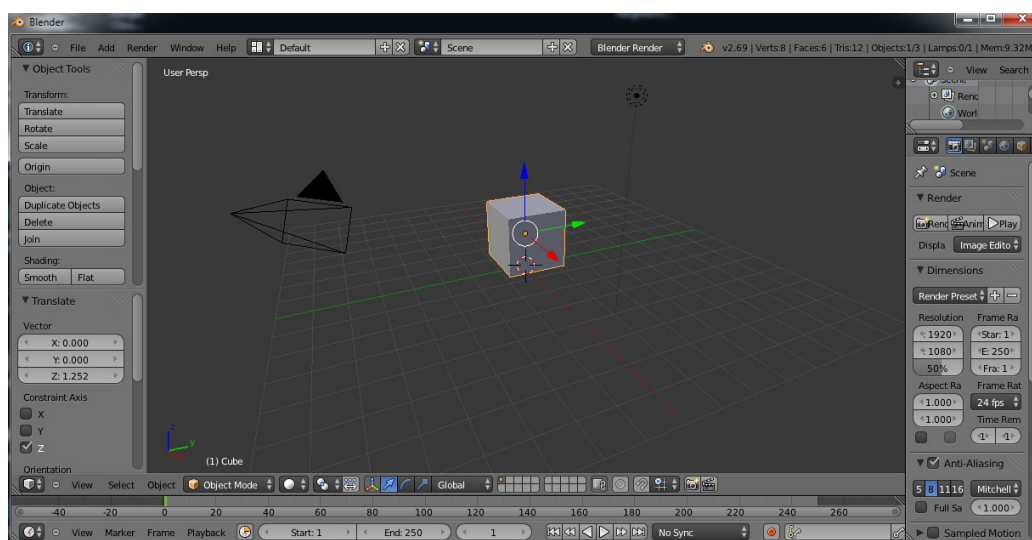
3.3 Blender

Blender je brezplačno in odprtokodno 3D programsko orodje, ki omogoča kreiranje 3D modelov, dodajanje tekstur na te modele in UV mapiranje. Prav tako omogoča izvoz 3D modelov v različne formate. Eden izmed teh formatov je format .obj,



Slika 3.3: Potek zaznave markerja (vir: ARToolKit).

katerega smo uporabili za nalaganje modelov v Processing. V sklopu izdelave aplikacije smo ga uporabili za kreiranje preprostih oblik in dodajanje tekstur na same modele [11]. Podrobnemu opisu tega programskega orodja se bomo izognili, saj bi to bilo preobsežno in ni predmet te diplomske naloge. Na Sliki 3.4 vidimo uporabniški vmesnik programa Blender.



Slika 3.4: Slika uporabniškega vmesnika programa Blender.

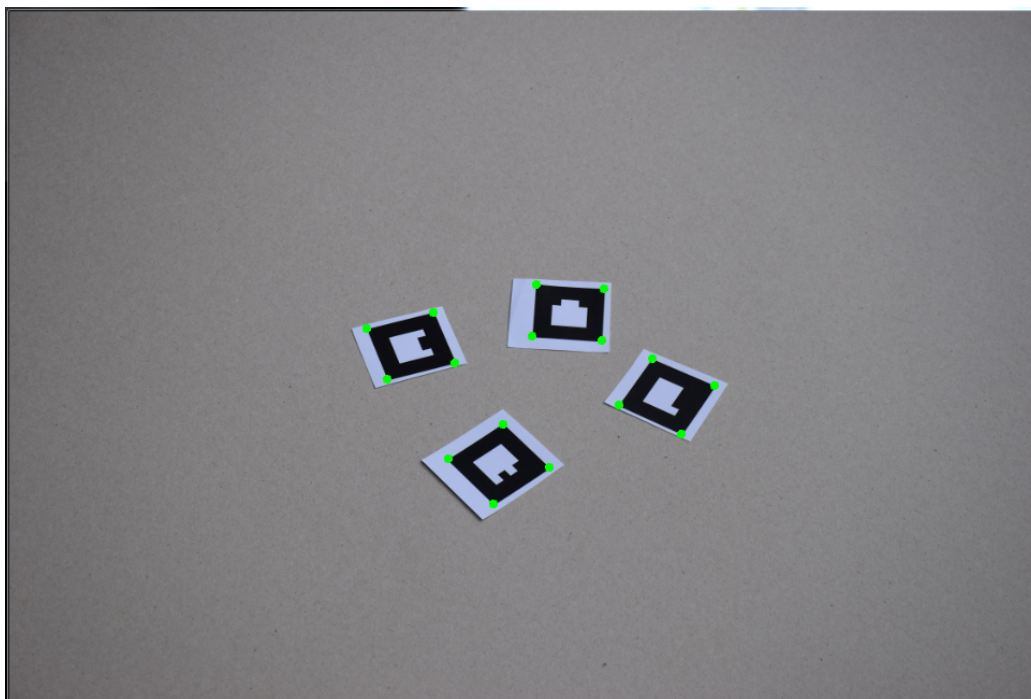
Poglavje 4

Izdelava aplikacije

V pričujočem poglavju si bomo ogledali potek izdelave aplikacije, ne bomo pa se spuščali v podrobnosti same kode in razlage le-te. Natančno bomo razčlenili nekaj pojmov računalniške grafike in matematične operacije, ki se uporabljajo v 3D prostoru ter ključne procese, ki se izvajajo med samo aplikacijo. Potek izdelave aplikacije si bomo ogledali v štirih sklopih, ki predstavljajo neko določeno funkcionalnost v aplikaciji.

4.1 Zaznavanje in izdelava markerjev z uporabo ARToolKit knjižnice

Za zaznavo markerjev je najprej potrebno pripraviti datoteko, ki predstavlja vzorec markerja. Vzorec je shranjen kot tabela vrednosti barv v RGB formatu. Datoteke z vzorci se naloži v program in se jim dodeli posebno identifikacijsko številko. Program se izvaja kot neskončna zanka, in v vsaki iteraciji se za vsak dodan vzorec kliče funkcija, ki zazna, če je marker z določenim vzorcem na sliki. Če program zazna vzorec, vrne matriko, v kateri sta pozicija in usmerjenost markerja, glede na kamero. Prav tako pa vrne točke kotov markerja, kot je vidno na Sliki 4.1. To matriko uporabimo za izris 3D modelov, več o tem pa v naslednjem poglavju.



Slika 4.1: Slika zaznanih markerjev s točkami na robovih.

4.1.1 Transformacijske matrike

Transformacijska matrika predstavlja linearno transformacijo iz R_n v R_m , tako da velja:

$$T(\vec{x}) = A\vec{x} \quad (4.1)$$

kjer je:

- A transformacijska matrika razsežnosti $m \times n$
- \vec{x} stolpčni vektor z n elementi
- T preslikava vektorja.

V računalniški grafiki se transformacijske matrike uporabljajo za geometrijske preslikave. Transformaciji skaliranja in vrtenja lahko izrazimo z operacijo matrike velikosti 3×3 nad tri dimenzionalnim vektorjem, ki predstavlja koordinate točke v prostoru. Serijo takih transformacij lahko izrazimo z eno matriko, ki je zmnožek

vseh transformacijskih matrik. Transformacije premika pa ne moremo predstaviti kot matriko velikosti 3×3 . Vektor točke se zato razširi v štiri dimenzionalni vektor homogenih koordinatov in uporabi transformacijske matrike velikosti 4×4 . To nam omogoča, da vse transformacije predstavimo v isti obliki in poenostavi računanje s transformacijskimi matrikami. V naši aplikaciji smo uporabili sledeče transformacije:

- **Premik:** $p' = T(t)p$

$$p = \begin{bmatrix} P_X \\ P_Y \\ P_Z \\ 1 \end{bmatrix}, t = \begin{bmatrix} t_X \\ t_Y \\ t_Z \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow p' = \begin{bmatrix} P'_X \\ P'_Y \\ P'_Z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_X \\ 0 & 1 & 0 & t_Y \\ 0 & 0 & 1 & t_Z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_X \\ P_Y \\ P_Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$p' = \begin{bmatrix} P'_X \\ P'_Y \\ P'_Z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P'_X + t_X \\ P'_Y + t_Y \\ P'_Z + t_Z \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

- **Skaliranje:** $p' = S(S_X, S_Y, S_Z)p$

$$p = \begin{bmatrix} P_X \\ P_Y \\ P_Z \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow p' = \begin{bmatrix} P'_X \\ P'_Y \\ P'_Z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_X & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_Y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_Z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_X \\ P_Y \\ P_Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$p' = \begin{bmatrix} P'_X \\ P'_Y \\ P'_Z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_X P_X \\ S_Y P_Y \\ S_Z P_Z \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

- **Vrtenje:** $p' = R(\theta)p$

$$\begin{aligned}
 R_X(\theta) &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 R_Y(\theta) &= \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 R_Z(\theta) &= \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned} \tag{4.4}$$

[12]

4.2 Izris 3D modelov

V program najprej naložimo datoteki, ki predstavljata model. Ti dve datoteki sta .obj in .mtl formata. V datoteki formata .obj so shranjene vse ploskve modela, v datoteki .mtl pa je zapisano, kako se naj na modelu izriše tekstura. Za vsak model, ki je povezan s posameznim markerjem, hranimo tudi podatke o velikosti modela, rotaciji okoli dveh osi in odmiku po vseh treh oseh. Prav tako se hrani identifikacijska številka teksture, ki je trenutno na modelu. Sam izris poteka tako, da se po vrsti izvedejo sledeče transformacije: najprej vrtenje okoli dveh osi, nato pa odmik od središča markerja po vsaki izmed osi. Na koncu se izvede še transformacija skaliranja in kliče funkcija za izris 3D modela. Na Sliki 4.2 vidimo 3D modele izrisane na markerjih.

V podrobnosti izrisa 3D modela se ne bomo spuščali saj to ni predmet diplomske naloge. Po izrisu samega modela se izrišejo še modeli, ki so prilepljeni na izhodiščni 3D model dotičnega markerja, več o tem v naslednjem poglavju.



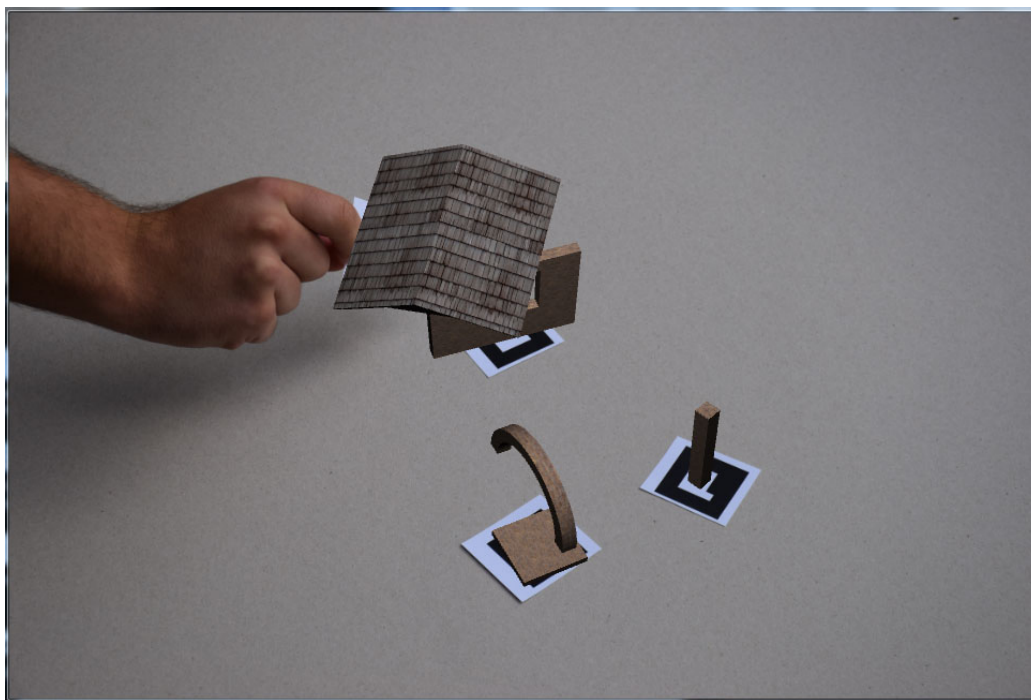
Slika 4.2: Slika 3D modelov izrisanih na markerjih.

4.3 Grajenje z modeli

Sama aplikacija omogoča tudi lepljenje modelov tj. dodajanje več 3D modelov na en marker. Lepljenje modelov smo implementirali, ker je cilj aplikacije omogočiti grajenje v prostoru z večjim številom 3D modelov. Prav tako pa mora omogočiti uporabo velikega števila enakih modelov. Ker aplikacija omogoča manipulacijo s 3D modeli, ni mogoče uporabiti istega markerja večkrat. Ta problem smo rešili tako, da smo omogočili, da se 3D model, ki pripada drugemu markerju, prilepi na izhodiščni marker oz. marker, ki je najbližji, to pa lahko storimo večkrat in z neomejenim številom 3D modelov. Sam model se na drugega prilepi, če ga držimo na istem mestu za tri sekunde pod kotom večjim od 30° od izhodiščnega modela. Ko so pogoji za lepljenje izpolnjeni se izračuna relativna transformacijska matrika modela, glede na transformacijsko matriko modela h kateremu smo prilepili model. Ta matrika se izračuna na sledeči način:

$$T_r = T_1^{-1}T_2 \quad (4.5)$$

Matrika nam omogoča, da lahko prilepljene modele izrisujemo relativno na model na katerega so prilepljeni. Potek grajenja lahko vidimo na Sliki 4.3.



Slika 4.3: Slika grajenja s 3D modeli.

Aplikacija nas opozori, da se je model uspešno prilepil tako, da se ekran pobarva zeleno. Za potrebo aplikacije smo implementirali dva različna načina grajenja.

1. Lepljenje modela na glavni centralni marker:

Za vsak model imamo dva markerja. Prvega uporabimo za lepljenje, drugega pa za brisanje. Modeli se vedno lepijo na centralni marker.

2. Lepljenje modela na najbližji marker:

Za vsak model imamo tri različne markerje, model pa se vedno prilepi na najbližji marker, ki je v isti ravnini kot centralni marker. Imamo možnost, da prek posebnega markerja ponastavimo posamezen marker.

4.4 Manipulacija z lastnostmi modelov

Aplikacija omogoča različne manipulacije samih modelov. Za to se uporabljajo posebni markerji. Ko se z enim od teh markerjev dovolj približamo modelu se sproži pripadajoča manipulacija.

Možne manipulacije so:

1. skaliranje (+ -) po vseh treh oseh,
2. rotacija okoli dveh osi (x,z),
3. odmik od izhodišča po vseh treh oseh (x,y,z),
4. spreminjanje teksture (les, opeka, kamniti zid, steklo),
5. ponastavitev.

Poglavje 5

Sklepne ugotovitve

Namenska uporaba novih medijev v izobraževalnih ustanovah bi zagotovo izboljšala učni proces. Na mnogoštevilne možnosti, ki jih ponujajo novi mediji, strokovnjaki opozarjajo že vrsto let. Prav tako so zgovorni podatki učencev, ki nove medije uporabljajo pri učenju na daljavo, kjer so le-ti glavno orodje podajanja snovi.

Aplikacija izdelana v sklopu diplomske naloge prikaže nekatere prednosti novih medijev, ki omogočajo mnogo več od samega fizičnega sveta. Raziskava mag. Tilna Žbone, za katero je bila ta aplikacija razvita, želi potrditi, da bi novi mediji v pouk likovne vzgoje vpeljali novosti in tako izboljšale kvaliteto le-tega. Aplikacija bo poizkušala spodbujati učenčevo ustvarjalnost, motivacijo, zadovoljstvo in razumevanje likovnih pojmov [1].

Z aplikacijo ne bo možno le graditi z osnovnimi likovnimi elementi, kot v fizičnem svetu, ampak tudi spreminjati proporcije elementov in spreminjati materiale elementov. Največja prednost aplikacije je, da se elementi lahko prekrivajo oz. obstajajo delno eden znotraj drugega, kar v fizičnem svetu ni možno.

Aplikacija uporablja nekatere možnosti, ki jih ponujajo novi mediji, vendar bi se lahko vključilo še druge prednosti novih medijev, npr. možnost takojšnjih povratnih informacij, ki bi učencu dajale podatke o uspešnosti, ali snemanje same interakcije in opozarjanje na možne napake. Prava moč novih medijev pa je v analiziranju izvajanja nalog in prilagajanju nalog posamezniku.

Želimo, da bi aplikacija in ugotovitve doktorskega dela mag. Tilna Žbone, prikazale možne izboljšave učnega procesa z uporabo novih medijev.

Literatura

- [1] T. Žbona. “Dispozicija doktorske disertacije z naslovom: Uporaba novih medijev pri poučevanju prostorskega oblikovanja v osnovni šoli”
- [2] T. Žbona, D. Možina, K. Petrovčič, L. Debevec, F. Solina, B. Batagelj. “Uporaba novih medijev pri poučevanju prostorskega oblikovanja v osnovni šoli”, sprejeto v objavo na konferenco Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi IS’2014, Ljubljana, 10. oktober 2014
- [3] A. Collins, R. Halverson. “Rethinking Education in the Age of Technology”, dostopno na:
<http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic1446936.files/strand>
- [4] W. Flowers. “New Media’s Impact on Education Strategies”, dostopno na:
<https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ffpiu016.pdf>
- [5] A. B. Craig. *Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications*, 2013, str. 15–17.
- [6] D. Sung. “The history of augmented reality”, dostopno na:
<http://www.pocket-lint.com/news/108888-the-history-of-augmented-reality>
- [7] T. Nesloney. “Augmented Reality Brings New Dimensions to Learning”, dostopno na:
<http://www.edutopia.org/blog/augmented-reality-new-dimensions-learning-drew-minock>
- [8] C. Kirner, C. Shneider Cerqueira, T. Gonçalves Kirner. “Using Augmented Reality Artifacts in Education and Cognitive Rehabilitation”, v zborniku:

- Virtual Reality in Psychological, Medical and Pedagogical Applications (ur. C. Eichenberg), 2012, str. 255–260.
- [9] Processing, dostopna na:
<http://processing.org/>
- [10] ARToolKit, dostopna na:
<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- [11] Blender, dostopna na:
<http://www.blender.org/features/>
- [12] E. Lengyel. *Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics, Third Edition*, 2012, str. 67–78.